

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-313094

(43)Date of publication of application : 29.11.1996

(51)Int.Cl.

F25B 9/14
F25B 9/00

(21)Application number : 07-117497

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 16.05.1995

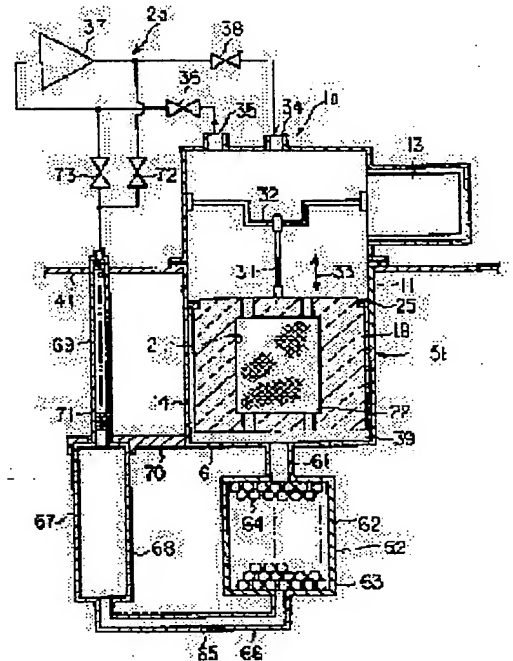
(72)Inventor : KURIYAMA TORU
NAKAGOME HIDEKI
OTANI YASUMI
YOSHINO TATSUYA

(54) COLD STORAGE TYPE REFRIGERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a cold storage type refrigerator capable of improving the refrigerating capacity of a cooler disposed at the final stage.

CONSTITUTION: In a cold storage type refrigerating machine which employs the type of a plurality of expansion stages by providing a plurality of stages of cold storage units, a final cooler 52 for generating the lowest temperature constitutes a pulse tube refrigerating machine, and the high-temperature end of the tube 67 in a pulse tube refrigerating machine is extended substantially to an ambient temperature part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-313094

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 5 B 9/14	5 4 0		F 2 5 B 9/14	5 4 0
9/00	3 1 1		9/00	3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-117497

(22) 出願日 平成7年(1995)5月16日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 栗山 透

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 中込 秀樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 大谷 安見

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

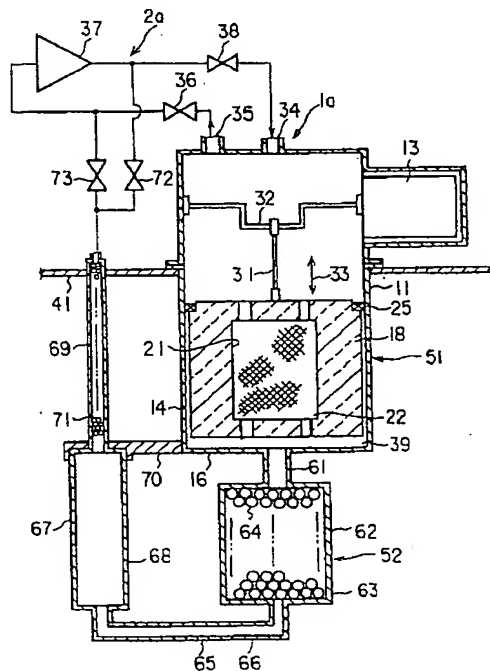
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄冷式冷凍機

(57) 【要約】

【目的】 最終段に位置する冷却部の冷凍能力を向上できる蓄冷式冷凍機を提供する。

【構成】 蓄冷器を複数段備えて複数段膨張方式を採用する蓄冷式冷凍機において、最低温度を発生させる最終段冷却部52がパルスチューブ冷凍機を構成しており、パルスチューブ冷凍機におけるパルスチューブ67の高温端が実質的に常温部まで延びている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数段の蓄冷器および膨張機を備えた蓄冷式冷凍機において、

少なくとも最低温度を発生させる最終段は膨張機としてのパルスチューブを備えたパルスチューブ冷凍機で構成されており、前記パルスチューブの高温端は実質的に常温部まで延出していることを特徴とする蓄冷式冷凍機。

【請求項 2】前記パルスチューブ冷凍機の位相制御機構を常温部に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の蓄冷式冷凍機。

【請求項 3】前記パルスチューブは、前記高温側の内部に蓄冷材が収容されて熱侵入抑制部が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の蓄冷式冷凍機。

【請求項 4】前記パルスチューブの高温端側は、前記位相制御機構の動作に連動して開閉する弁を介して上記位相制御機構に通じていることを特徴とする請求項 2 に記載の蓄冷式冷凍機。

【請求項 5】前記パルスチューブの高温端側は、常温部に設けられたバッファータンクおよび前記蓄冷式冷凍機の第 1 段冷却部におけるガス導入排出部の少なくとも一方に流量絞り要素を介して通じていることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄冷式冷凍機。

【請求項 6】前記蓄冷式冷凍機の少なくとも 1 段目は、冷凍サイクルがギフォード・マクマホン冷凍サイクル、スターリング冷凍サイクル、修正型ソルベール冷凍サイクルのいずれかに構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄冷式冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、蓄冷器を複数段備えて複数段膨張方式を採用する蓄冷式冷凍機に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、現在実用化されている超電導磁石装置の多くは、断熱容器内に超電導コイルと液体ヘリウムで代表される極低温冷媒とを一緒に収容する浸漬冷却方式を採用するとともに断熱容器の断熱層中に設けられたサーマルシールドを極低温冷凍機で冷却する方式を採用している。また、最近では断熱容器内に収容された超電導コイルを極低温冷凍機で直接的に冷却する冷凍機直冷方式の超電導磁石装置も実用化されつつある。このような超電導磁石装置では、小型で、しかも十分に低い到達温度が得られるなどの理由から、極低温冷凍機として蓄冷式冷凍機を用いているものが多い。

【0003】このような蓄冷式冷凍機は、通常、蓄冷器を複数段備えて複数段膨張方式を採用するとともに冷却系統全体への高圧ガスの導入および上記冷却系統全体からのガス排出を交互に行うガス制御系を常温部に備えている。その代表的なものとしてギフォード・マクマホン冷凍サイクルを採用した蓄冷式冷凍機を挙げることがで

きる。

【0004】図 4 にはギフォード・マクマホン冷凍サイクルを採用した 2 段膨張式の蓄冷式冷凍機の概略構成が示されている。この冷凍機は、たとえばヘリウムガスを冷却するコールドヘッド 1 とガス制御系 2 とで構成されている。

【0005】コールドヘッド 1 では、閉じられたシリンダ 11 内に断熱材で形成されたディスプレーサ 12 が往復動自在に収納されている。シリンダ 11 は、大径の第 1 シリンダ 14 と、この第 1 シリンダ 14 に同軸接続された小径の第 2 シリンダ 15 とで構成されている。なお、第 1 シリンダ 14 および第 2 シリンダ 15 は、通常、薄いステンレス鋼板等で形成される。

【0006】第 1 および第 2 シリンダ 14、15 内には、第 1 段および第 2 段冷却ステージ 16、17 が設けられている。すなわち、第 1 シリンダ 14 のヘッド壁部分に圧縮された冷媒ガスを膨張させて寒冷を発生する第 1 段冷却ステージ 16 が設けられ、また第 2 シリンダ 15 のヘッド壁部分に圧縮された冷媒ガスを膨張させて第 1 段冷却ステージ 16 よりも低温の寒冷を発生する第 2 段冷却ステージ 17 が設けられている。

【0007】ディスプレーサ 12 は、第 1 シリンダ 14 内を往復動する第 1 ディスプレーサ 18 と、第 2 シリンダ 15 内を往復動する第 2 ディスプレーサ 19 とから構成されている。第 1 ディスプレーサ 18 と第 2 ディスプレーサ 19 とは、連結機構 20 によって軸方向に連結されている。

【0008】第 1 ディスプレーサ 18 の内部には第 1 段の蓄冷器を構成するための流体通路 21 が軸方向に形成されており、この流体通路 21 にはたとえば銅で作られたメッシュ構造の蓄冷材 22 が収容されている。同様に、第 2 ディスプレーサ 19 の内部には第 2 段（最終段）の蓄冷器を構成するための流体通路 23 が形成されており、この流体通路 23 にはたとえば鉛あるいは Er、Ni 等のような磁気相転移に伴う異常磁気比熱等を利用した磁性蓄冷材からなる蓄冷材 24 が収容されている。

【0009】第 1 ディスプレーサ 18 の外周面上部と第 1 シリンダ 14 の内周面との間および第 2 ディスプレーサ 19 の外周面と第 2 シリンダ 15 の内周面との間には、それぞれシール装置 25、26 が装着されている。

【0010】第 1 ディスプレーサ 18 の上端は、連結ロッド 31、スコッチヨークあるいはクランク軸 32 等を介してモータ 13 の回転軸に連結されている。したがって、モータ 13 が回転すると、この回転に同期してディスプレーサ 12 が図中実線矢印 33 で示すように往復動する。

【0011】第 1 シリンダ 14 の上部側壁にはヘリウムガスの導入口 34 および排出口 35 が設けてあり、これら導入口 34 および排出口 35 は、ガス制御系 2 に接続

されている。

【0012】ガス制御系2は、排出口35を低圧弁36、コンプレッサ37、高圧弁38を介して導入口34に接続している。低圧弁36および高圧弁38は、モータ13の回転に同期して後述する関係に開閉制御される。このガス制御系2は、シリンダ11を経由するヘリウムガス循環系を構成している。すなわち、低圧(約8 atm)のヘリウムガスをコンプレッサ37で高圧(約20 atm)に圧縮してシリンダ11内に送り込む動作と、シリンダ11内のヘリウムガスを排気する動作とを交互に行うようにしている。なお、図中41は、この冷凍機が取付けられる断熱容器の外壁を示している。

【0013】このように構成された蓄冷式冷凍機の冷凍動作を簡単に説明すると、以下の通りである。寒冷の発生は第1段冷却ステージ16および第2段冷却ステージ17で行われる。第1段冷却ステージ16は、熱負荷のない理想状態では30 K程度まで冷却される。また、第2段冷却ステージ17は、蓄冷材24として鉛を用いた場合には8 K程度まで、Er, Ni等のような磁性蓄冷材を用いた場合には4 K程度まで冷却される。したがって、第1ディスプレーサ18の上下端間には常温(300 K)から30 Kまでの温度勾配が生じ、また第2ディスプレーサ19の上下端間には30 Kから8 K(4 K)までの温度勾配が生じる。勿論、第1および第2段冷却ステージ16, 17の温度は熱負荷によって変化する。

【0014】モータ13が回転を開始すると、ディスプレーサ12が下死点(図中最上点)と上死点(図中最下点)との間を往復動する。ディスプレーサ12が上死点に達した時点で高圧弁38が開き、高圧ヘリウムガスがコールドヘッド1内に流入し、次にディスプレーサ12が下死点へと移動する。

【0015】前述の如く、第1ディスプレーサ18の外周面と第1シリンダ14の内周面との間および第2ディスプレーサ19の外周面と第2シリンダ15の内周面との間にはそれぞれシール装置25, 26が装着されているので、ディスプレーサ12が下死点に向かうと、高圧ヘリウムガスが第1ディスプレーサ18に形成された流体通路21および第2ディスプレーサ19に形成された流体通路23を通過して第1ディスプレーサ18と第1シリンダ14のヘッド壁との間に形成された第1段膨張室39および第2ディスプレーサ19と第2シリンダ15のヘッド壁との間に形成された第2段膨張室40へと流れる。この流れに伴って、高圧ヘリウムガスは、蓄冷材22, 24によって冷却され、第1段膨張室39に流れ込んだ高圧ヘリウムガスは30 K程度に、また第2段膨張室40に流れ込んだ高圧ヘリウムガスはたとえば8 K程度に冷却される。

【0016】ここで、ディスプレーサ12が下死点に達すると、高圧弁38が閉じ、低圧弁36が開く。このように低圧弁36が開くと、第1段膨張室39内および第

2段膨張室40内の高圧ヘリウムガスが断熱膨張して寒冷を発生する。この寒冷によって第1段冷却ステージ16が外部から吸熱し、また第2段冷却ステージ17も外部から吸熱する。そして、ディスプレーサ12が再び上死点へと移動すると、これに伴って第1段膨張室39内および第2段膨張室40内の低温のヘリウムガスが流体通路21, 23内を通過し、この通過の際に蓄冷材22, 24を冷却する。温度の上昇したヘリウムガスは、コールドヘッド1から低圧弁36を介してコンプレッサ37へと排出される。

【0017】上述したサイクルが繰り返されて冷凍運転が実行される。このタイプの冷凍機は、断熱容器の断熱槽内に配置されているサーマルシールドの冷却、超電導コイルの直接冷却、赤外線センサの冷却、クライオソープポンプの冷却源として使用される。

【0018】このように構成された従来の蓄冷式冷凍機にあっては次のような問題のあることが指摘されている。すなわち、シール装置25は常温部と第1段膨張室39との間においてヘリウムガスが第1シリンダ14と第1ディスプレーサ18との間の隙間を通して流れるのを防止し、またシール装置26は第1段膨張室39と第2段膨張室40との間においてヘリウムガスが第2シリンダ15と第2ディスプレーサ19との間の隙間を通して流れるのを防止している。これらのシール装置25, 26では、ヘリウムガスの純度(99.99%)の維持および凍結による動作不良を防止するために潤滑油を用いることはできない。

【0019】ここで、第1段膨張室39内の温度が30 K、第2段膨張室40内の温度が10 Kである場合を例にとると、シール装置26の部分で漏れが生じると、30 Kのヘリウムガスが第2ディスプレーサ19内の蓄冷材24に接触することなく第2段膨張室40内に入り、また逆に10 Kのヘリウムガスが第1段膨張室39内に入ることになる。この結果、第1段冷却ステージ16の温度が下降し、第2段冷却ステージ17の温度が上昇してしまうことになる。

【0020】なお、シール装置25の部分で漏れが生じると、同様の現象が第1シリンダ14の上部空間と第1段膨張室39との間で生じ、第1段冷却ステージ16の温度上昇を招く。しかし、シール装置26の方が、極低温部に位置しているために漏れ低減が困難なこと、第1段冷却ステージ16に比べて第2段冷却ステージ17での寒冷発生量が少ないことなどからその影響が非常に大きい。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の蓄冷式冷凍機にあっては、極低温部に摺動シール要素が設けられているので、このシール部での漏れによって冷凍性能が著しく低下し、安定した冷凍性能を保つことが本質的に困難であった。そこで本発明は、上述した不具合

を解消できる蓄冷式冷凍機を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、複数段の蓄冷器および膨張機を備えた蓄冷式冷凍機において、少なくとも最低温度を発生させる最終段が膨張機としてのパルスチューブを備えたパルスチューブ冷凍機で構成されており、前記パルスチューブの高温端が実質的に常温部まで延出していることを特徴としている。

【0023】なお、前記パルスチューブ冷凍機の位相制御機構を常温部に設けることが好ましい。また、前記パルスチューブの前記高温端側の内部に蓄冷材を収容して熱侵入抑制部を形成することが好ましい。さらに、前記パルスチューブの高温端側を前記位相制御機構の動作に連動して開閉する弁を介して上記位相制御機構に通じさせてもよい。また、前記パルスチューブの高温端側を常温部に設けられたバッファータンクおよび前記蓄冷式冷凍機の第1段冷却部におけるガス導入排出部の少なくとも一方に流量絞り要素を介して通じさせてもよい。さらにまた前記蓄冷式冷凍機の少なくとも1段目は、冷凍サイクルがギフォード・マクマホン冷凍サイクル、スターリング冷凍サイクル、修正型ソルベール冷凍サイクルのいずれかに構成されていてもよい。

【0024】

【作用】冷却系統における最終段冷却部がパルスチューブ冷凍機に構成されている。パルスチューブ冷凍機は、可動部分が全く存在していないので、摺動シール要素も必要としない。したがって、摺動シール要素の存在によって起こる冷凍能力の低下を防止することが可能となる。

【0025】また、パルスチューブ冷凍機におけるパルスチューブの高温端を実質的に常温部に位置させる構成を採用しているため、パルスチューブ冷凍機に必要な位相制御、つまり圧力変化位相とガスの変位位相との間に所定の位相差を持たせるための機構を容易に設けることができる。つまり、パルスチューブ冷凍機の位相制御機構を常温部に配置しているため、操作性、メンテナンスの容易性、信頼性等が向上する。

【0026】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。図1には本発明の一実施例に係る蓄冷式冷凍機の概略構成が示されている。なお、この図では図4と同一機能部分が同一符号で示されている。したがって、重複する部分の詳しい説明は省略する。

【0027】この蓄冷式冷凍機は、2段膨張式を採用したもので、コールドヘッド1aと、ガス制御系2aとで構成されている。なお、ガス制御系2はコールドヘッド1a内に配置することが可能であるが、説明の都合上図1においてはコールドヘッド1aの外に描いている。

【0028】コールドヘッド1aは、第1段冷却部51と、これに直列に接続された第2段冷却部52とで構成されている。第1段冷却部51は第4図に示した従来のものと同じギフォード・マクマホン冷凍サイクルを採用しており、また第2段冷却部52はパルスチューブ冷凍サイクルを採用している。

【0029】第2段冷却部52は次のように構成されている。すなわち、シリンダ14のヘッド壁にシリンダ14内に通じる関係に配管61の一端側を接続し、この配管61の他端側を第2段の蓄冷器62の一方の接続口に接続している。第2段の蓄冷器62は、断熱材で形成された容器63と、この容器63内に収容されたEr、Ni等からなる磁気相転移に伴う異常磁気比熱等を利用した磁性蓄冷材64とで構成されている。そして、第2段の蓄冷器62の他方の接続口は、第2段冷却ステージ65を構成する吸熱管66を介してパルスチューブ67の一端側に接続されている。

【0030】このパルスチューブ67は、吸熱管66より大径に形成されてシリンダ14の軸心線と平行に第1段冷却ステージ16と同程度のレベルまで上方に向けて延びたパルスチューブ本体68と、このパルスチューブ本体68より小径に形成されて一端側がパルスチューブ本体68の上端部に通じるとともに他端側が断熱容器の外壁41を気密に貫通して外部、つまり常温部まで延びた細管69とで構成されている。そして、パルスチューブ本体68と細管69との境界部分は熱伝導部材70を介して第1段冷却ステージ16に熱的に接続されている。また、細管69内には、鉛の粒などからなる蓄冷材71が収容されおり、常温部からパルスチューブ本体68内へ熱が侵入するのを抑制している。

【0031】一方、ガス制御系2aは、排出口35を低圧弁36、コンプレッサ37、高圧弁38を介して導入口34に接続し、さらにコンプレッサ37のガス吐出端を補助高圧弁72を介して細管69における常温部に突出している端部に接続し、またコンプレッサ37のガス吸込端を補助低圧弁73を介して細管69における常温部に突出している端部に接続している。なお、低圧弁36、高圧弁38は、モータ13の回転に同期し、第シリンダ14内に形成される第1膨張室の体積（体積変化0～Vmax）との関連において図2に示す関係に開閉制御される。また、補助高圧弁72および補助低圧弁73は、第2段冷却部52を構成しているパルスチューブ冷凍機における圧力変化位相とガスの変位位相との間に所定の位相差を設定するためのもので、モータ13の回転に同期して同様に図2に示す関係に開閉制御される。

【0032】次に、上記のように構成された蓄冷式冷凍機の動作を説明する。第1段冷却部51の第1段冷却ステージ16における寒冷の発生は、図4に示される従来のものと同様にギフォード・マクマホン冷凍サイクルによる。

【0033】一方、第2段冷却部52の第2段冷却ステージ65における寒冷の発生は、パルスチューブ67を膨張機とするパルスチューブ冷凍サイクルによる。すなわち、低圧弁36および高圧弁38の開閉によってコールドヘッド1a内に作られる高・低圧の圧力波によりパルスチューブ67の低温端、つまり吸熱管66との境界部分に寒冷を発生する。

【0034】この実施例では、パルスチューブ67内での圧力変化の位相とガスの変位位相との間に所定の位相差を設けて第2段冷却ステージ65での寒冷発生量を増大させるために、細管69の常温部に突出している部分から高圧のヘリウムガスを供給、排出するための補助高圧弁72および補助低圧弁73を設けている。この補助高圧弁72および補助低圧弁73は、ディスプレーサ18の往復動に連動して開閉制御される。具体的には、図2に示すように、補助高圧弁72は高圧弁38より早いタイミングで、また補助低圧弁73は低圧弁36より早いタイミングで開閉制御される。このような制御によって第2段冷却ステージ65での寒冷発生量を増大させることができる。

【0035】また、この実施例では、補助高圧弁72を介して常温のヘリウムガスがパルスチューブ本体68に流入するのを防止するために、細管69内に蓄冷材71を収容し、この蓄冷材71によって常温部からの熱侵入を抑制して第1段冷却ステージ16の温度と同程度の温度のヘリウムガスがパルスチューブ本体68の高温端に流入するようにしている。

【0036】このように、本実施例に係る蓄冷式冷凍機では、冷却システムの最終段に位置する第2段冷却部52をパルスチューブ冷凍機に構成している。パルスチューブ冷凍機は、可動部分が全く存在しないので、摺動シール要素も必要としない。したがって、摺動シール要素の存在によって起こる冷凍能力の低下を防止することが可能となる。

【0037】また、パルスチューブ冷凍機におけるパルスチューブ67の高温端を実質的に常温部に位置させる構成を採用しているため、パルスチューブ冷凍機で必要な位相制御機構を容易に設けることができ、パルスチューブ67での寒冷発生量を増大させることができるので、冷凍性能を大幅に向上させることができる。つまり、上記位相制御機構を常温部に設けたことにより、弁などの操作性、信頼性、メンテナンスの容易性等が格段に向上する。

【0038】なお、上述した実施例では、熱伝導部材70を用いてパルスチューブ本体68と細管69との境界部分の温度を第1段冷却ステージ16とほぼ同じ温度にしているが、熱伝導部材70を省略することもできる。また、パルスチューブ67を大径なパルスチューブ本体68と細管69とで構成しているが、パルスチューブ全体を同一径としたり、また蓄冷材を収容することなく、

その高温端を常温部に突出させ、補助高圧弁および補助低圧弁に接続するようにしてもよい。

【0039】図3には本発明の別の実施例に係る蓄冷式冷凍機の概略構成が示されている。なお、この図では図1および図4と同一機能部分が同一符号で示されている。したがって、重複する部分の詳しい説明は省略する。

【0040】この実施例に係る蓄冷式冷凍機が図1に示されるものと異なる点は、第2段冷却部52を構成しているパルスチューブ冷凍機の位相制御機構の構成にある。すなわち、細管69の常温部に突出している部分を流量調整弁81を介して第1段冷却部51におけるガス導入・排出部、つまりシリンダ14の上部空間に通じさせるとともにオリフィス弁82を介して常温部に設けられたバッファータンク83に通じさせている。

【0041】このような構成を採用することによって、第2段冷却部52はダブルインレット型のパルスチューブ冷凍機となり、寒冷の発生量を増大させることが可能となる。したがって、図1に示す実施例と同様の効果を発揮させることができる。

【0042】なお、本実施例において、流量調整バルブ81およびオリフィス弁82をこれらと同等の流動抵抗を持つ細管などの流量絞り要素に置代えることもできる。また、本実施例においても、熱伝導部材70を省略することができる。また、パルスチューブ67を大径なパルスチューブ本体68と細管69とで構成しているが、パルスチューブ全体を同一径としたり、また蓄冷材を収容することなく、その高温端を常温部に突出させ、シリンダ14の上部空間およびバッファータンク83に通じさせてもよい。また、いずれか一方のみに通じさせるようにしてもよい。

【0043】また、図1および図3に示す実施例では、容器63内に磁性蓄冷材64等の蓄冷材を直接収容しているが、蓄冷材を収容した容器を容器63内に収容し、両容器間にシール材を介在させてもよい。この場合には、シール材が静止しているため、漏れ量も少なく、冷凍性能に影響を与えることはない。

【0044】また、上記各実施例では、第1段冷却部51にギフォード・マクマホン冷凍サイクルを採用しているが、最終段以外の冷却部にスターリング冷凍サイクルや修正型ソルベー冷凍サイクルを採用することもできる。また、上記各実施例では、冷却部を2段設けて冷却システムを構成しているが、3段以上設けてもよい。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、最終段冷却部を可動部分が全く存在しない、つまり摺動シール要素を必要としないパルスチューブ冷凍機に構成しているため、摺動シール要素の存在によって起こる冷凍能力の低下を防止でき、冷凍能力を向上させることができる。また、パルスチューブ冷凍機におけるパルス

10

20

30

40

50

ューブの高温端を実質的に常温部に位置させる構成を採用しているので、パルスチューブ冷凍機に必要な位相制御機構を容易に設けることができ、好ましい位相差設定を図れるので、なお一層冷凍能力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例に係る蓄冷式冷凍機の概略構成図

【図 2】 同冷凍機に組込まれた位相制御用弁の開閉タイミングを示す図

【図 3】 本発明の別の実施例に係る蓄冷式冷凍機の概略構成図

【図 4】 従来の蓄冷式冷凍機の概略構成図

【符号の説明】

1 a … コールドヘッド

2, 2 a … ガス制御系

5 1 … ギフォード・マクマホン冷凍サイクルを採用した*

* 第 1 段冷却部

5 2 … パルスチューブ冷凍サイクルを採用した第 2 段冷却部

1 6 … 第 1 段冷却ステージ

6 2 … 蓄冷器

6 4 … 磁性蓄冷材

6 5 … 第 2 段冷却ステージ

6 6 … 吸熱管

6 7 … パルスチューブ

10 6 8 … パルスチューブ本体

6 9 … 細管

7 1 … 蓄冷材

7 2 … 補助高圧弁

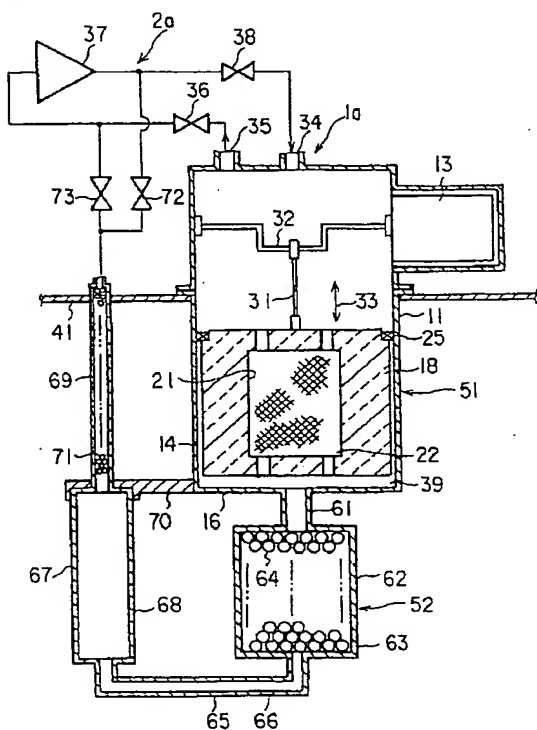
7 3 … 補助低圧弁

8 1 … 流量調整弁

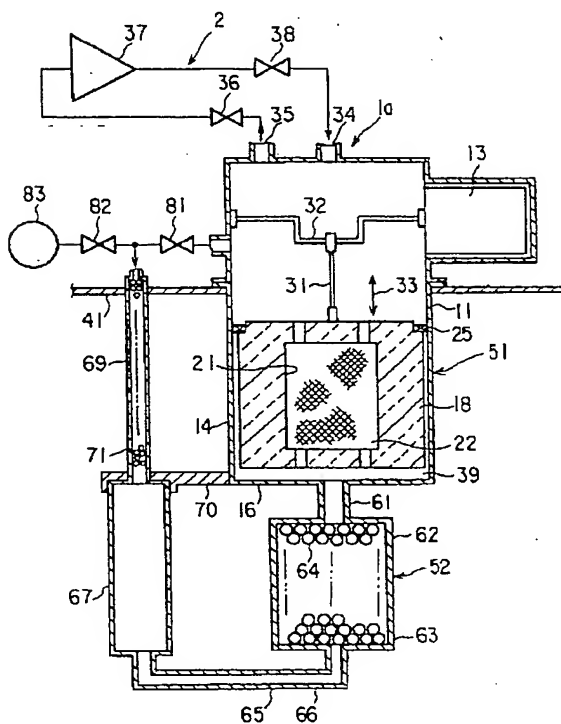
8 2 … オリフィス弁

8 3 … バッファータンク

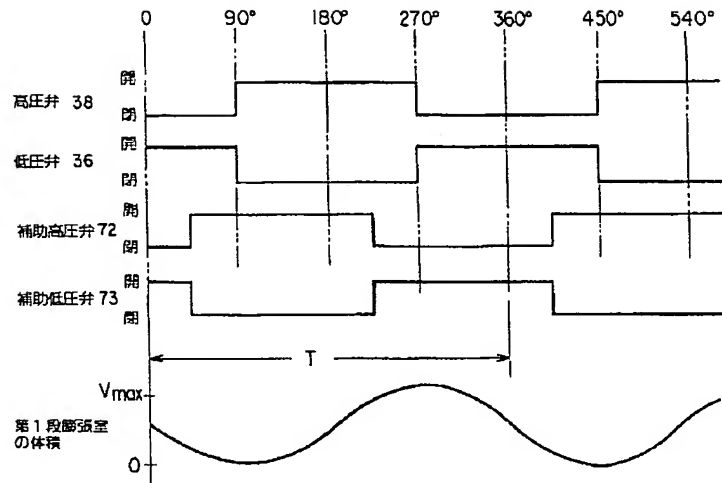
【図 1】



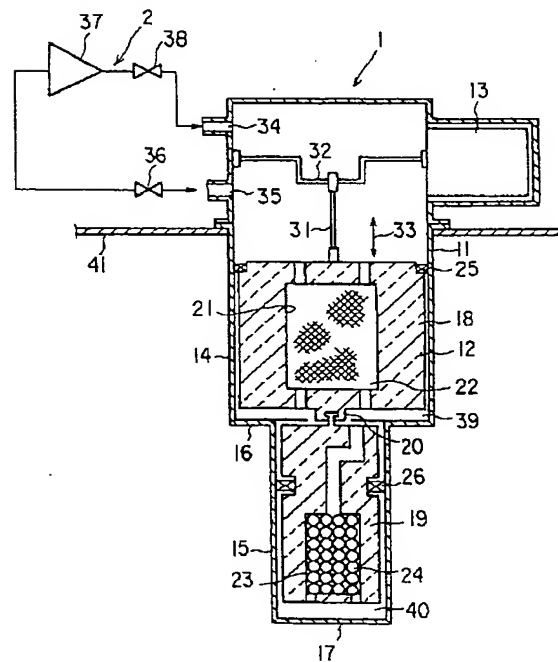
【図 3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 吉野 達哉
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝研究開発センター内